

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP2005/001606

International filing date: 17 February 2005 (17.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2004 009 529.9
Filing date: 20 February 2004 (20.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 17 May 2005 (17.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/EP2005/001606

19. 04. 2005



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

10 2004 009 529.9

Anmeldetag:

20. Februar 2004

Anmelder/Inhaber:

SCHOTT AG, 55122 Mainz/DE;
FOGTEC Brandschutz GmbH & Co KG,
51063 Köln/DE.

Erstanmelder: Schott Spezialglas GmbH,
55122 Mainz/DE; FOGTEC Brandschutz
GmbH & Co KG, 51063 Köln/DE.

Bezeichnung:

Brandschutzeinrichtung

IPC:

A 62 C 2/08

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. April 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag

Sieck

P2389
19. Feb. 2004
WI/ PER
20040123

Schott Spezialglas GmbH
Hattenbergstraße 10
55122 Mainz
Deutschland

FOGTEC Brandschutz GmbH & Co. KG
Schanzenstraße 19A
51063 Köln
Deutschland

Brandschutzeinrichtung

Brandschutzeinrichtung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Brandschutzeinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei zahlreichen Gebäudeteilen verlangen die gesetzlichen Brandschutzbestimmungen Feuerschutzbarrieren. Bei Anwendung von Verglasungen in diesen Gebäudeteilen, z.B. als Tür- bzw. Fensterverglasungen, müssen diese ebenfalls den Brandschutzbestimmungen genügen.

Herkömmliche Fenstergläser, d.h. Kalk/Natron-Gläser, sind als Feuerschutzbarrieren ungeeignet, weil sie bei jeder stärkeren thermischen Belastung zerplatzen. Das Feuer und die entstehende Wärmestrahlung könnten sich ungehemmt ausbreiten. Der Grund dafür liegt in ihrem relativ hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten und ihrer relativ geringen Zugfestigkeit.

Von der Industrie wurde daher eine Vielfalt von Brandschutz-Verglasungen entwickelt, die einem Feuer zumindest für eine gewisse Zeit einen Widerstand entgegensetzen. Diese Brandschutzverglasungen sind Gegenstand zahlreicher, einschlägiger Schutzrechtsschriften, die auf dem Prinzip basieren, durch Verwendung von besonders hitzefesten transparenten Brandschutz-Scheiben, z.B. aus Glaskeramik oder gehärtetem Glas und vorgegebenen Anordnungen bzw. Halterungen, einen Feuerschutz zu erreichen. Unter dem Begriff Brandschutzverglasungen werden daher Bauteile und Systeme verstanden, die aus einem oder mehreren lichtdurchlässigen Glasscheibenfeldern bestehen, die mit Halterungen und Dichtungen in einem Rahmen eingebaut sind.

Brandschutzverglasungen haben nicht alle den gleichen Feuerwiderstand. Dieser wird auf den Einsatzfall abgestimmt und in den einschlägigen Bestimmungen durch die sogenannte Feuerwiderstandsklasse zum Ausdruck gebracht. Hinsichtlich ihrer Feuerwiderstandsklassen unterscheidet man EI-, EW- und E-Verglasungen. Durch die Angabe ihrer Feuerwiderstandsdauer in Minuten werden sie zusätzlich charakterisiert (z.B. EI 30, EI 90, E 30). E-Verglasungen verhindern für die entsprechende Zeit nur die Ausbreitung von Feuer und Rauch. EW -Verglasungen müssen zusätzlich den Durchtritt der Wärmestrahlung verhindern. Bei EI-Verglasungen wird darüber hinaus gefordert, dass die Erhöhung der Glasoberflächentemperatur auf der zum Brand abgewandten Seite ein bestimmtes Maß nicht übersteigt.

Die marktüblichen E-Verglasungen besitzen zwar den Vorteil einer schlanken Konstruktion und einer hohen Transparenz, weisen im Brandfall jedoch erhebliche Nachteile auf. Große Teile der brandseitig anfallenden Wärmelast passieren die transparente Verglasung in Form von Wärmestrahlung ($0,8 - 400 \mu\text{m}$) und wirken daher auch feuerabgekehrt noch auf Mensch und Umgebung in der potentiellen Rettungszone ein. Je nach Strahlungsenergiedichte werden Menschen geschädigt und es können sich sogar brennbare Gegenstände entzünden.

EW- und EI-Verglasungen reduzieren diese Wärmestrahlung, jedoch ist ihre Herstellung aufwändig und kostenintensiv. Die Verglasungen sind dicker, weniger transparent und unterliegen Alterungs- und Stabilitätsproblemen. Die maximalen Scheibenabmessungen sind fertigungstechnisch und funktionell begrenzt. Je nach Art der Verglasung bilden sich im Brandfall auch toxische Rauchgase.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die eingangs bezeichnete Brandschutzeinrichtung so auszubilden, daß sie die Vorteile der E-Verglasung mit dem für Rettungswege und Fluchträume notwendigen Strahlungswärmeschutz vereint.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt bei einer Brandschutzeinrichtung als Feuerschutzbarriere in einem Gebäude, mit einer Brandschutzverglasung einer vorgegebenen Feuerwiderstandsklasse gemäß der Erfindung dadurch, daß im Gebäude eine durch einen Brand aktivierbare Wasservernebelungsanordnung mit Austritts-Düsen auf mindestens einer Seite der Brandschutzverglasung installiert ist, die so in Bezug auf die Brandschutzverglasung ausgerichtet sind, daß ein vorhangähnlicher Wassernebelschleier als zusätzliche transparente Feuerschutzbarriere und zur Wärmebindung unmittelbar vor die Brandschutzverglasung legbar ist.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß die Kühlung und Strahlungsabsorption im feuerabgekehrten Raum, d.h. der notwendige Strahlungswärmeschutz, durch feinverteilte Wassertröpfchen erfolgen kann, wenn es gelingt, die dem Brandraum abgewandte Fläche der Brandschutz-Verglasung dauerhaft zu berieseln bzw. einen dauerhaften Vorhang davor auszubilden. Da ein Kontakt von kalten Wasserpartikeln mit der heißen Scheibe der Brandschutzverglasung dabei nicht zu vermeiden ist, wird der resultierende starke Temperaturgradient im Glas in der Regel zum Bruch des Glases der Brandschutzverglasung und damit zum Verlust des Brandraumabschlusses führen.

Überraschenderweise hat sich jedoch gezeigt, daß bei Einsatz monolithischer Gläser für die Brandschutzverglasung in Kombination mit einem Schleier aus Wassernebel gemäß der Erfindung kein kühlungsbedingter Bruch der Brandschutzverglasung auftritt. Die erfindungsgemäße Einrichtung weist somit den zentralen Vorteil auf, daß im Brandfall ein Wärme bindender Wassernebelschleier

unmittelbar vor die Brandschutzverglasung gelegt werden kann. Ferner wird der Vorteil erreicht, daß toxische Rauchgase ausgewaschen werden sowie eine Kühlung der Brandschutzverglasung eintritt. Menschen können somit aufgrund des erfindungsgemäßen Wassernebels nicht geschädigt werden, Fluchtwege werden dadurch freigehalten.

Durch den vor die Brandschutzverglasung gelegten Wasserschleier kann somit eine Einstufung der Brandschutzeinrichtung in die nächst höhere Klassifizierung EW ermöglicht werden.

Die erfindungsgemäße Brandschutzeinrichtung ist nicht mit einer Sprinkler-Anlage zu vergleichen, die im Brandfall Wasser in einem Raum in einem großen Volumen verteilt. Im Fall der Erfindung wird im Brandfall auf relativ schmalen Raum ein transparente, vorhangähnliche Feuerschutzbarriere vor der Brandschutzverglasung erzeugt.



In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird für die Brandschutzeinrichtung eine Brandschutzverglasung mit thermisch vorgespanntem Borosilikatglas gewählt, welche im Brandfall von einem Hochdruckwassernebel auch benetzt und bedeckt wird. In dieser Konfiguration wird mit großem Vorteil die Wärmestrahlung des Brandbereiches durch den schleierartigen Wassernebel gebunden; dabei werden auch toxische Rauchgase ausgewaschen. Gleichzeitig wird durch die simultane Kühlung eine hohe Feuerwiderstandsdauer der Brandschutzverglasung erzielt.

Im Rahmen der Erfindung können sowohl reine Glastrennwände als auch deren Kombinationen mit Türen ausgeführt werden. Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß eine verglaste Tür mit Oberlicht und Seitenteil an eine Glastrennwand anschließt.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in Unteransprüchen gekennzeichnet, sowie ergeben sich auch aus der Figurenbeschreibung.

Anhand von zwei in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen der erfindungsgemäßen Brandschutzeinrichtung wird die Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

- 
- Fig. 1 In einem Längsschnitt durch einen Gebäudetrakt einen Brandraum und einen feuerabgewandeten Raum, die beide durch eine Brandschutzverglasung in Form einer Glastrennwand abgetrennt sind, der unter Bildung der erfindungsgemäßen Brandschutzeinrichtung eine Hochdruck-Wasservernebelungsanlage zur Erzeugung eines Wassernebelvorhanges vor der Glastrennwand zugeordnet ist, die im Bereitschaftszustand dargestellt ist,
- Fig. 2 in einer Frontalansicht die Glastrennwand und die ihr zugeordnete Hochdruck-Wasservernebelungsanlage nach Fig. 1,
- 
- Fig. 3 die erste Ausführungsform der Brandschutzeinrichtung nach Fig. 1 im Brandfall,
- Fig. 4 die Frontalansicht nach Fig. 2 ebenso im Brandfall,
- Fig. 5 in einer Längsschnitt-Darstellung entsprechend Fig. 1 eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brandschutzeinrichtung im Bereitschaftszustand, die als Brandschutzverglasung eine zweiflügelige Tür und Oberlicht aufweist,

- Fig. 6 eine Frontalansicht der Brandschutzeinrichtung nach Fig. 1 und die ihr zugeordnete Hochdruck-Wasservernebelungsanlage,
- Fig. 7 die zweite Ausführungsform der Brandschutzeinrichtung nach Fig. 5 im Brandfall, und
- Fig. 8 die Frontalansicht nach Fig. 6 ebenso im Brandfall.

Die Figuren 1 bis 4 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einrichtung in einem Geschoss eines Bürogebäudes mit abgehängter Decke 6, mit einem Bürotrakt, dem Brandraum 5 und mit einem feuerabgewandten Raum 4, der als Flucht- und Rettungsweg dient. Beide Räume sind durch eine Brandschutzverglasung E 60 in Form einer statisch nicht tragenden Glastrennwand abgetrennt, die den feuerabgewandten Raum 4 schützt. Diese Glastrennwand ist beispielsweise neunteilig in einem Drei-Meter-Rahmenelement ausgebildet.

Die Brandschutzverglasung besteht aus einer Vielzahl von monolithischen Glasscheiben 1 aus Borosilikatglas mit zugehöriger Rahmung, Dichtung und Halterung 3. Sie ist in den Figuren 1 und 3 im Querschnitt und in den Figuren 2 und 4 in einer Frontansicht dargestellt.

Der Begriff „monolitische Glasscheibe“ soll zum Ausdruck bringen, daß jeweils eine durchgehend einstückige Glasscheibe, d.h. kein Verbundglas, verwendet wird.

Neben dieser Brandschutzverglasung, bestehend aus monolithischen Borosilikatglasscheiben, weist die erfindungsgemäße Einrichtung Düsen 2 zum Zerstäuben von Wasser zu einem Wassernebel bzw. Nebelschleier 7 auf, die Teil einer Hochdruck-Wasservernebelungsanlage sind, die im Raum oberhalb der

abgehängten Decke 6 mit den gesamten Zuleitungen, Steuerungssystemen und Auslösemechanismen integriert ist. Diese das zugeführte Wasser zu einem Hochdruck-Wassernebel zerstäubenden (oder verdüsenden) Düsen 2 sind parallel zur Glastrennwand im Abstand „A“ wie beispielsweise 80 cm bis 1 m, leistenförmig an der abgehängten Zwischendecke 6 angebracht. Die Zwischendecke 6 ist dabei oberhalb der Glastrennwand durch ein Brandschutzpaneel 8 abgeteilt, das als Oberblende zur Abschottung des feuerabgewandten Raumes 4 dient.

Die Düsen 2 werden durch spezielle Hochdruck-Wassernebeldüsen mit einem definierten Volumenstrom gebildet. Der Düsenabstand innerhalb der Leiste beträgt ca. ein Meter, das entspricht einer Düse je laufenden Meter Trennwand. Der Betriebsdruck wird durch Pumpensysteme in einer Höhe bereitgestellt, daß an der drucktechnisch ungünstigsten Düse ein Mindestdruck von 100 bar anliegt. Im Mittel wird das Wasser bei Drücken von 10 bis 200 bar zum Erzeugen des Wassernebelschleiers verdüst. Die Zerstäubung des Wassers erfolgt über spezielle Micro-Düsen im Düsenkopf, mit denen das Sprühbild (Sprühwinkel), der Durchfluß und das Tropfenspektrum eingestellt wird. Die Zerstäubung erfolgt dabei vorzugsweise in der Form, daß 90 % des verdüsten Wassers in Tropfen < 200 µm enthalten ist.

Im Brandfall (Brandversuch als Normbrand gemäß DIN EN 1363, 1364, 1634) erhöht sich die Temperatur im Brandraum 5 sehr stark und es resultiert daraus eine intensive Wärmestrahlung 9 a, die zusätzlich zur Wärmekonvektion auf den angrenzenden Fluchraum 4 wirkt. Die transparente Borosilikatscheibe 1 läßt einen Großteil der IR-Strahlung passieren. Die Wärmewirkung auf der feuerabgewandten Seite löst die Hochdruck-Wassernebelanlage aus. Durch das Verdüsen von Wasser wird unmittelbar vor der Brandschutzverglasung ein Wassernebelvorhang 7 der Breite „B“ erzeugt, welcher die

Wärmestrahlung bindet und die Scheiben der Brandschutzverglasung sowie den feuerabgewandten Raum kühlt. Im Brandfall wird daher einmal Integrität und Transparenz der Brandschutzverglasung im Rahmen der Feuerwiderstandsklasse dauerhaft gewährleistet. Ferner wird die Konzentration toxischer Rauchgase im feuerabgewandten Raum durch Auswaschung im Nebelschleier reduziert.

Im Brandversuch wurde die Verminderung der Wärmestrahlung durch eine Messung der Strahlungsenergiedichte nachgewiesen. Nach 60 min betrug die resultierende Wärmestrahlung im feuerabgewandten Raum 4 weniger als 15 kW/m^2 in einem Scheibenabstand von 1 m. Gegenüber einem aufbaugleichen Brandversuch ohne den Einsatz eines des Wassernebels reduziert sich Wärmestrahlung somit auf ca. 25 % des konventionellen Wertes.

In den Figuren 5 – 8 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Brandschutzeinrichtung dargestellt, das gebäudemäßig (mit Ausnahme des abgehängten Zwischenbodens 6) mit derjenigen nach dem ersten Ausführungsbeispiel übereinstimmt, jedoch als Brandschutzverglasung E 60 keine Glastrennwand, sondern eine zweiflügelige Tür mit Stahlrahmen 3 und Oberlicht, die beide jeweils Scheiben 1 aus einem monolithischen Glas besitzen, aufweist. Diese Brandschutzverglasung schützt primär wie im ersten Fall den feuerabgewandten Raum 4, der als Flucht- und Rettungsweg dient. Parallel zum Türelement, das eine Breite von ca. 3 m hat, sind die Düsen 2 der Hochdruck-Wassernebelungsanlage im Abstand von ca. 80 cm mit ihrer Zuleitung unmittelbar an der Geschossdecke installiert. Im übrigen gilt hinsichtlich Aufbau und Wirkungsweise der Brandschutzeinrichtung das zu den Figuren 1 bis 4 gesagte entsprechend.

In den beiden dargestellten Ausführungsbeispielen ist die Hochdruck-Wasservernebelungsanlage mit ihren Düsen 2 auf der feuerabgewandten Seite der jeweiligen Brandschutzverglasung angebracht. Es sind jedoch auch Ausführungsformen denkbar, bei denen die Hochdruck-Wasservernebelungsanlage auf der feuerzugewandten Seite oder auf beiden Seiten der Brandschutzverglasung angebracht ist.

In den beiden erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen wird daher eine Anlage beschrieben, bestehend aus einer Brandschutzverglasung mit monolithischen Glasscheiben und einer Vorrichtung zum Verdüsen von Wasser zu Wassernebel, welche im Brandfall eine zusätzliche transparente Feuerschutzbarriere gewährt, Wärme und Rauchgase feuerabgekehrt bindet und so exponierte Rettungswege vor gefährlicher Wärmestrahlung und toxischem Rauch schützt. Die erfindungsgemäße Anlage kann in verschiedensten Einsatzbereichen, z.B. für Innenraumverglasungen, Türen und Abschottungen eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Brandschutzeinrichtung zur Gewährleistung des Raumabschlusses in einem Gebäude, mit einer Brandschutzverglasung einer vorgegebenen Feuerwiderstandsklasse, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Gebäude eine durch einen Brand aktivierbare Wasservernebelungsanordnung mit Austritts-Düsen (2) auf mindestens einer Seite der Brandschutzverglasung (1) installiert ist, die so in Bezug auf die Brandschutzverglasung ausgerichtet sind, daß ein vorhangähnlicher Wassernebelschleier (7) als zusätzliche, transparente Feuerschutzbarriere zur Wärmebindung unmittelbar vor die Brandschutzverglasung legbar ist.
2. Brandschutzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Austrittsdüsen (2) auf der feuerabgewandten Seite der Brandschutzverglasung angebracht sind.
3. Brandschutzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Austrittsdüsen (2) auf der feuerabgewandten Seite der Brandschutzverglasung angebracht sind.
4. Brandschutzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Austrittsdüsen (2) auf beiden Seiten der Brandschutzverglasung angebracht sind.
5. Brandschutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Austrittsdüsen (2) auf einer Leiste an der Gebäudedecke parallel zur

Brandschutzverglasung angebracht sind, wobei der Düsenabstand (A) zur Brandschutzverglasung zwischen 30 und 200 cm, bevorzugt zwischen 75 und 100 cm, liegt.

6. Brandschutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Austrittsdüsen (2) so ausgebildet und ausgerichtet sind, daß die maximale Breite (B) des Wassernebelschleiers mindestens 10 cm und maximal 200 cm, bevorzugt mindestens 50 cm und maximal 100 cm beträgt.
7. Brandschutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Austrittsdüsen (2) so ausgerichtet sind, daß die Brandschutzverglasung von dem Wassernebelschleier zumindest teilweise benetzt wird.
8. Brandschutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Austrittsdüsen (2) so ausgebildet sind, daß 90 % des verdüsten Wassers in Tropfen $< 200 \mu\text{m}$ enthalten ist.
9. Brandschutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wasservernebelungsanordnung als Hochdruck-Wasservernebelungsanlage ausgebildet ist, derart, daß Wasser bei Drücken von 10 bis 200 bar zum Erzeugen des Wassernebelschleiers verdüst wird.
10. Brandschutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Brandschutzverglasung aus monolithischen Glasscheiben (1) besteht.

11. Brandschutzeinrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Glasscheiben aus thermisch oder chemisch vorgespanntem Borosilikatglas bestehen.
12. Brandschutzeinrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Glasscheiben aus thermisch oder chemisch vorgespanntem Kalk-Natron-Silikatglas bestehen.
13. Brandschutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Brandschutzverglasung als Glastrennwand ausgebildet ist.
14. Brandschutzeinrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Brandschutzverglasung als Glastrennwand in Kombination mit einer verglasten Tür ausgebildet ist.
15. Brandschutzeinrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die verglaste Tür als doppelflügelige Tür mit Oberlicht ausgebildet ist.

Bezugszeichenliste

- | | |
|---|--|
| 1 | Monolithische Glasscheibe, Teil der Brandschutzverglasung |
| 2 | Düse, als Teil der Vorrichtung zum Verdüsen von Hochdruckwassernebel |
| 3 | Profilrahmen mit Dichtung und Halterung, Teil der Brandschutzverglasung |
| 4 | Feuerabgewandter Raum, Rettungsweg |
| 5 | Brandraum |
| 6 | Abgehängte Zwischendecke |
| 7 | Hochdruckwassernebel, Nebelschleier |
| 8 | Oberblende zur Abschottung des Raumes oberhalb der Zwischendecke (Brandschutzpaneel) |
| 9 | Wärmestrahlung |

Zusammenfassung

Brandschutzeinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Brandschutzeinrichtung, bestehend aus einer Brandschutzverglasung mit monolithischen Glasscheiben (1) und einer Vorrichtung (2) zum Verdüsen von Wasser zu Wassernebel (7), welcher im Brandfall eine zusätzliche transparente Feuerschutzbarriere gewährt, Wärme und Rauchgas im feuerabgekehrten Raum (4) bindet und so u.a. exponierte Rettungswege vor gefährlicher Wärmestrahlung (9) schützt. Die erfindungsgemäße Einrichtung kann in verschiedensten Einsatzbereichen, z.B. für Innenraumverglasungen oder Abschottungen eingesetzt werden.

(hierzu Fig. 3)

Zusammenfassung

FIG. 3

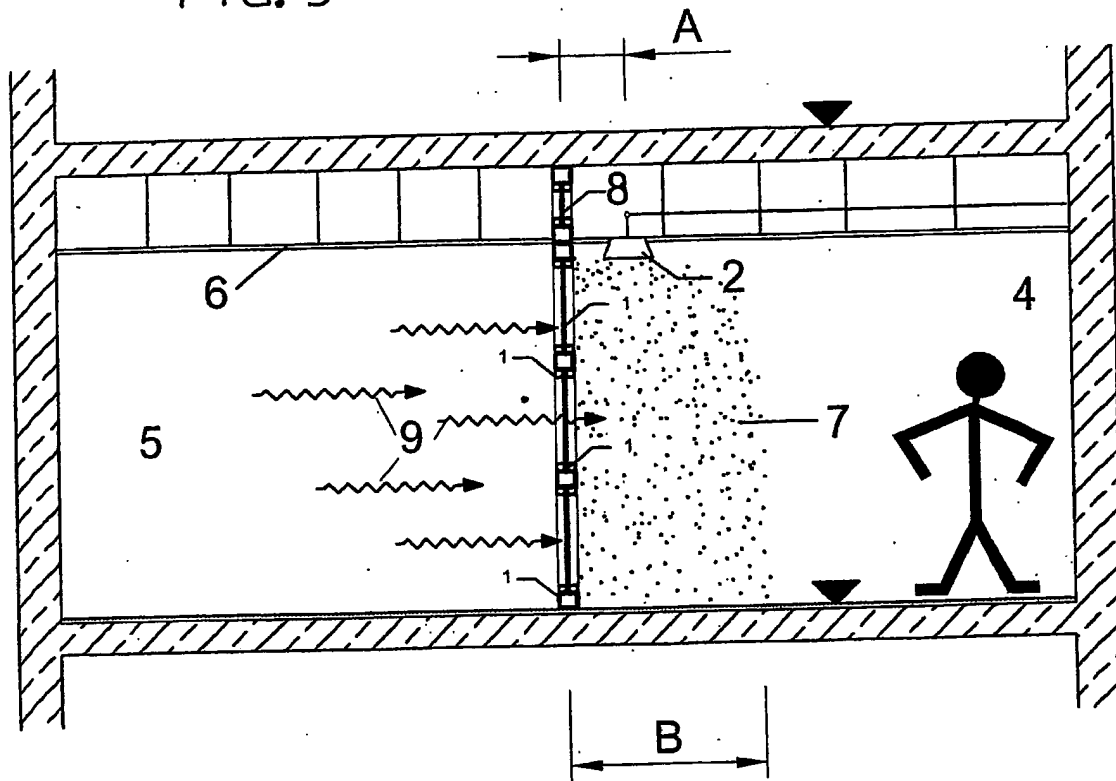


FIG.1

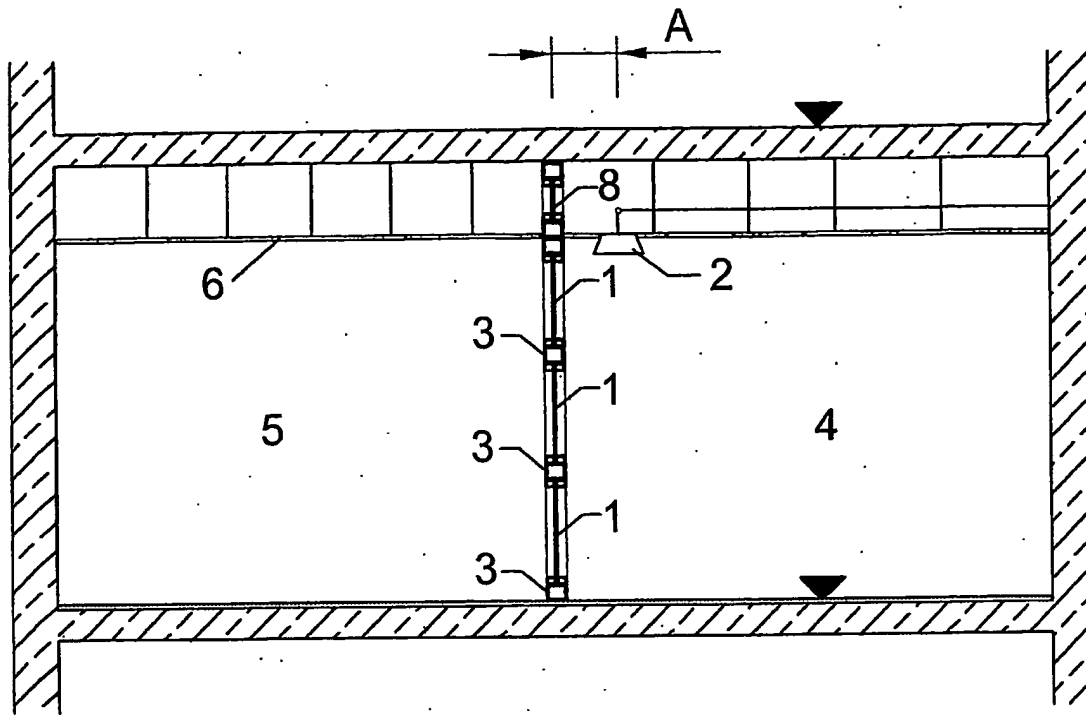
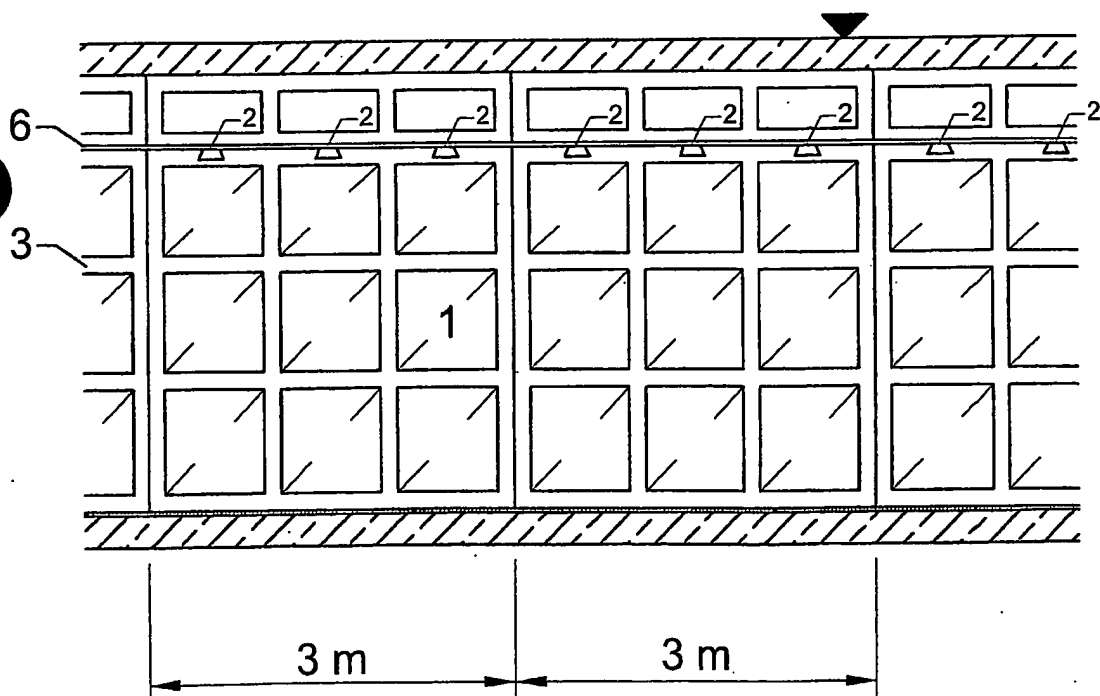


FIG.2



Technical drawing of a cross-section of a wall. The wall is 6m wide, divided into two 3m sections. The top and bottom are labeled 6 and 7. The central vertical joint is labeled 1. The grid of blocks is labeled 2. A circular feature on the left is labeled 3. Dimensions 3 m and 3 m are shown at the bottom.

FIG. 5

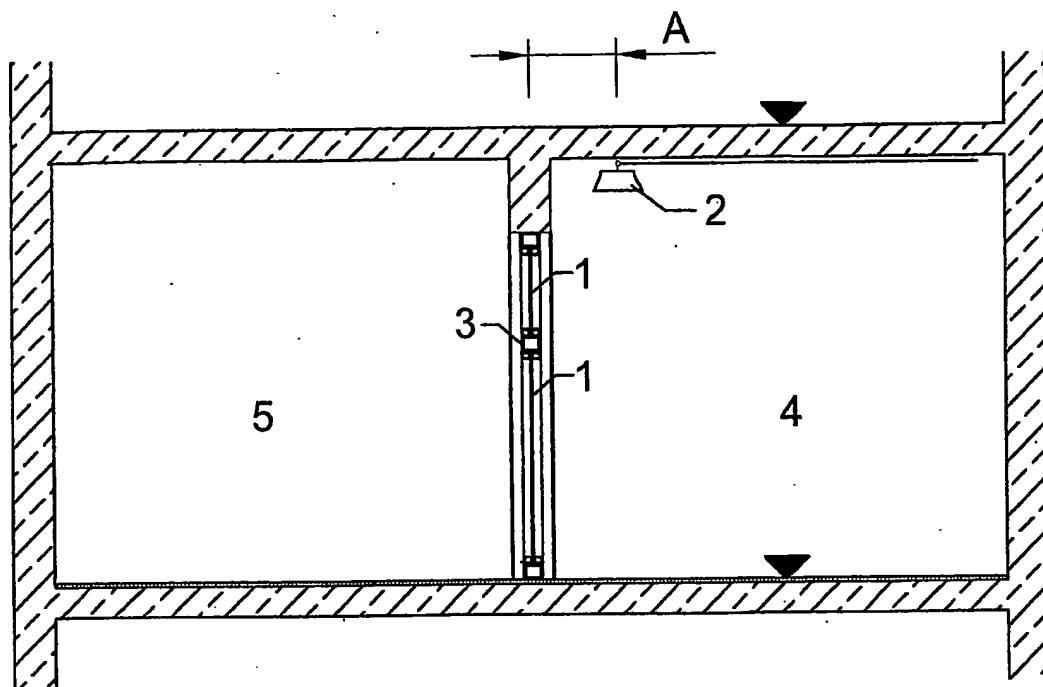


FIG. 6

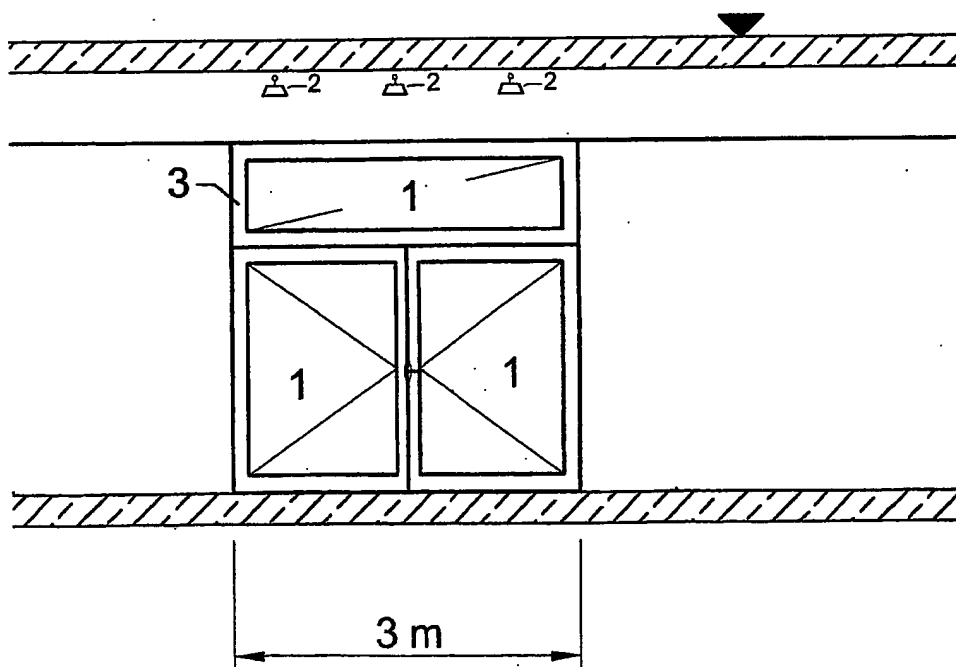


FIG. 7

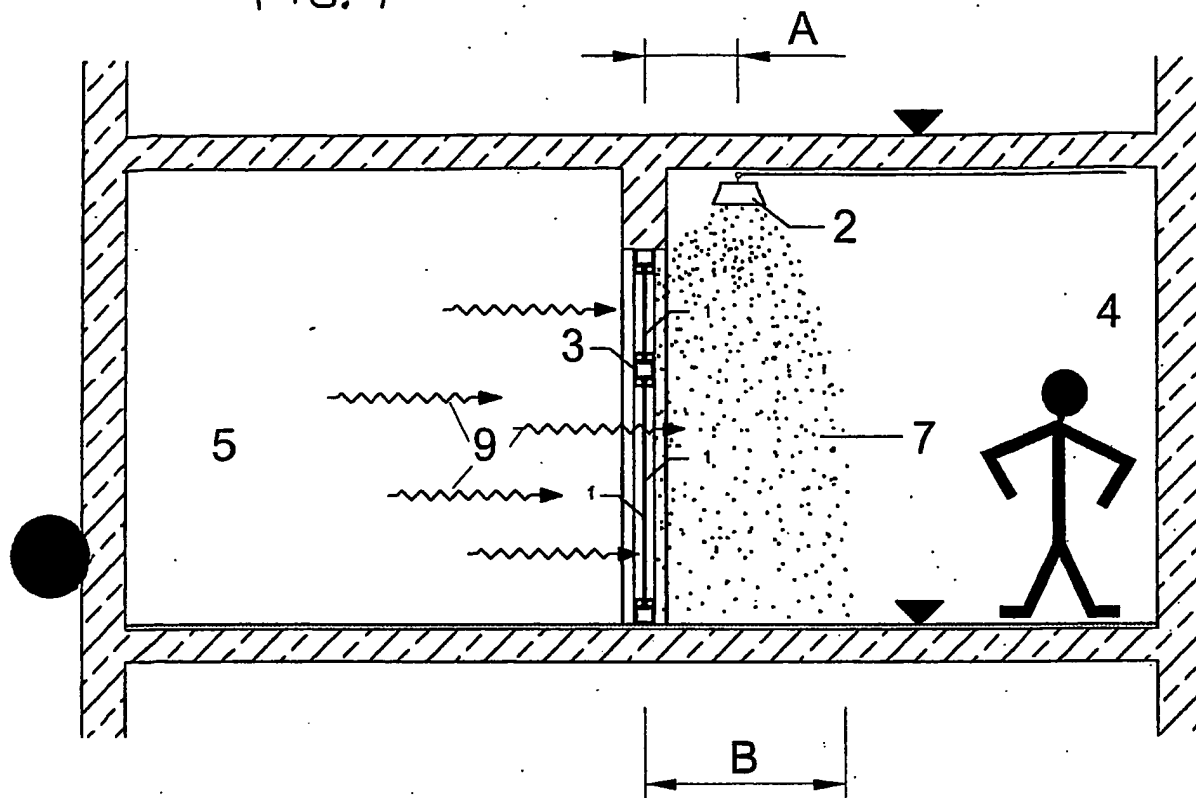


FIG. 8

